

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 680 638**

②1 N° d'enregistrement national :

**91 10935**

⑤1 Int Cl<sup>5</sup> : A 23 N 12/10

⑫

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

**A1**

②2 Date de dépôt : 04.09.91.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 05.03.93 Bulletin 93/09.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : E.T.I.A. (Evaluation Technologique,  
Ingénierie et Applications) (Société à Responsabilité  
Limitée) — FR et ELECTRICITE DE FRANCE (Service  
National) — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Antonini Gérard, Laplace Denis, Lepez  
Olivier et Sajat Philippe.

⑦3 Titulaire(s) :

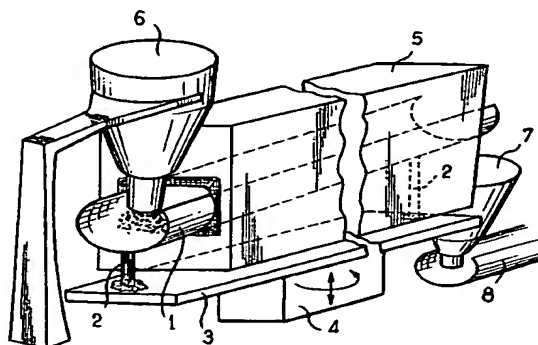
⑦4 Mandataire : Cabinet Boettcher.

31355 U.S.P.T.O.  
10/765123



⑤4 Procédé et dispositif permettant la torréfaction en continu.

⑤7 Le procédé de torréfaction en continu d'un produit (7) solide divisé à large spectre granulométrique consiste à introduire progressivement le produit à la base d'une sole (1) chaude allongée et montante dont la section transversale intérieure est curviligne concave et à animer cette sole d'une vibration ayant une composante horizontale et une composante verticale, la longueur de la sole, sa température, la fréquence et l'amplitude des vibrations étant déterminés par la température à laquelle le produit doit être porté et le temps souhaité du traitement.



FR 2 680 638 - A1



La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour les opérations de torréfaction en continu de produits dont la granulométrie est étendue (de quelques microns à quelques centimètres).

5 On peut citer à titre d'exemples quelques produits qui sont torréfiés, pour une préparation ultérieure : le malt pour la préparation de bières spéciales et brunes ; les fèves de cacao pour la préparation de chocolats ou de poudres de cacao ; la chicorée pour la préparation de poudres ; le café,  
10 les noisettes, les amandes...

On n'utilise actuellement principalement que deux techniques de torréfaction.

Une première technique est discontinuée pour traiter une charge de quelques kilogrammes à environ une tonne de  
15 produit. Dans un type de réalisation, elle met en oeuvre un tambour chauffé contenant le produit à traité surmonté d'un exhausteur permettant l'évacuation des vapeurs relié à un cyclone et éventuellement d'un dispositif de refroidissement à air. Le produit une fois traité est déversé dans un  
20 récipient où il pourra être repris.

Cette technique présente des imperfections :

- le fonctionnement discontinu du dispositif entraîne une perte de rendement importante, surtout dans le cas où, par exemple, la surveillance du produit en cours de  
25 torréfaction implique un arrêt momentané du traitement ;
- en cours de torréfaction et malgré un brassage mécanique continu, la torréfaction n'est pas homogène et les grains sont inégalement touchés par la paroi surchauffée ;
- l'exploitation de l'appareil (chargement,  
30 chauffage du tambour généralement au gaz, contrôle du produit, refroidissement, décharge...) est lourde et ne permet pas une bonne maîtrise de la qualité du produit fini ;
- l'énergie est consommée essentiellement en début de cycle pour assurer une montée en température rapide du  
35 produit.

Dans un autre type de réalisation de cette technique discontinue, la charge à traiter est chauffée par convection d'un air chaud dans une cuvette tournant sur son axe central.

5           La production d'air chaud est assurée, soit par des échangeurs à vapeur, soit par mélange ou échange avec des gaz de combustion d'un combustible fossile.

          Ce dispositif comporte néanmoins l'inconvénient majeur rencontré dans les lits fluidisés à savoir la dépendance du débit de l'air (vitesse) avec la granulométrie  
10           parfois hétérogène des produits à traiter, d'où la difficulté d'obtenir un produit de qualité constante.

          La seconde technique est celle des torréfacteurs continus permettant de traiter des quantités de 1 à 5 tonnes  
15           par heure est basée sur l'utilisation de tours comportant une succession de plateaux inclinés sur lesquels les produits à traiter circulent lentement par gravité à contre courant d'un air chaud.

          Du point de vue hydrodynamique, cette technique est  
20           avantageuse car toutes les particules de produits séjournent le même temps dans le réacteur. En revanche, le fait d'utiliser la gravité comme vecteur de transport impose de façon définitive certains paramètres du système, tels que le temps de séjour des particules d'un type donné dans l'appareil donc  
25           le débit de produit traité.

          Du point de vue thermique, la capacité d'échange thermique du système est limitée ; le rendement et la qualité du traitement le sont également.

          On pourra aussi citer les techniques très peu  
30           utilisées des rayons infra-rouges mous et à convection forcées qui présentent deux inconvénients : une complexité d'utilisation et une absence de flexibilité.

          Plus récemment, on a vu apparaître une technique de torréfaction en continu utilisant l'énergie des micro-ondes  
35           avec un transport continu des produits à traiter par gravité

qui entraîne les mêmes inconvénients que précédemment. En outre, le coût d'investissement de ce type de procédé reste beaucoup trop important par rapport à la faible valeur ajoutée de la plupart des produits agro-alimentaires auxquels  
5 il est destiné et à la qualité souvent moyenne des produits traités.

Il existe donc un besoin non satisfait, dans le domaine de la torréfaction des produits divisés, d'un procédé simple à mettre en oeuvre et de grande efficacité.

L'invention a pour but de répondre à ce besoin  
5 grâce à un procédé et un dispositif qui permettent de torréfier en continu le produit à traiter, de manière homogène malgré l'hétérogénéité intrinsèque de ce produit et pendant un temps réglable et maîtrisable de manière simple et précise.

10 A cet effet le procédé de torréfaction en continu conforme à l'invention pour des produits agro-alimentaires solides divisés ayant un large spectre granulométrique consiste à introduire progressivement le produit à la base d'une sole chaude allongée et montante dont la section  
15 transversale intérieure est curviligne concave et à animer cette sole d'une vibration ayant une composante horizontale et une composante verticale, la longueur de la sole, sa température, la fréquence et l'amplitude des vibrations étant déterminés par la température à laquelle le produit doit être  
20 porté et le temps souhaité du traitement.

En outre, dans le dispositif de l'invention, pour mettre en oeuvre le procédé, la sole est formée par un élément tubulaire hélicoïdal solidaire d'une table vibrante, entraînée en vibration selon des mouvements de translation et  
25 de rotation orthogonaux. Cette géométrie permet la constitution d'un appareil compact qui forme en même temps transporteur - élévateur du produit traité.

Dans un mode de réalisation, l'élément tubulaire est en un matériau électriquement résistant chauffé par effet

joule.

Dans un autre mode de réalisation, l'élément tubulaire est disposé dans une enceinte d'échange de chaleur.

De manière préférée, afin de gagner en encombrement, l'hélice formée par le matériau tubulaire est à spires non jointives, l'enceinte d'échange de chaleur étant formée par l'espace hélicoïdal entre les spires fermé par deux parois latérales.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après de plusieurs exemples de réalisation.

Il sera fait référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma illustrant le procédé de l'invention.

- la figure 2 est une vue d'un premier mode de réalisation du dispositif selon l'invention,

- la figure 3 est une vue d'un second mode de réalisation du dispositif de l'invention.

Le schéma de la figure 1 est destiné à illustrer le procédé de l'invention. A cet effet il représente une installation théorique dans laquelle une sole 1 est en forme de goulotte à profil intérieur curviligne et concave qui s'étend de manière ascendante depuis son extrémité de gauche de la figure. Cette goulotte est supportée par un piètement 2 qui repose sur une table vibrante 3. Un organe moteur 4, situé sous la table vibrante, est capable de communiquer à la table 3 des vibrations dans un plan horizontal, par exemple une rotation, et des vibrations verticales. A cet effet, il peut comporter de manière connue des moteurs avec balourds ou tout autre dispositif équivalent.

La goulotte 1 passe dans une enceinte fixe 5 qui permet d'apporter des calories et d'élever la température de la goulotte. On notera à ce propos que la goulotte peut être fermée à l'intérieur de l'enceinte 5 pour affecter la forme

d'un tube. L'enceinte sera soutenue par une structure non représentée séparée de la table vibrante. Une trémie d'alimentation 6 en produits divisés (granulats, poudres, etc...) est disposée à l'aplomb de l'extrémité inférieure de la sole 1. Le produit issu de l'extrémité supérieure de la goulotte peut être également recueilli par une trémie 7 pouvant servir d'alimentation à une seconde sole 8 si besoin est.

Le produit divisé 9 tombe donc à l'extrémité inférieure de la goulotte qui, vibrée, provoque d'une part un brassage du produit dans le sens transversal et d'autre part fait progresser le produit le long de la rampe montante qu'elle constitue. Ainsi le produit divisé se trouve constamment brassé de sorte que tous ses grains viennent successivement en contact direct avec la sole 1. Ce contact permet un échange de chaleur et la température du produit augmente progressivement le long de son parcours. La longueur de ce parcours ainsi que l'intensité des vibrations permettra d'ajuster le temps de séjour du produit dans la goulotte 1 en fonction du débit admis. Pour ce faire, on peut donc prévoir des ouvertures de sortie latérale pour détourner le produit selon les conditions du traitement qu'il doit subir.

On a constaté que par ce dispositif, il ne se produisait aucune ségrégation entre les particules fines et les particules grosses. Quelle que soit leur taille, toutes les particules circulent sur la sole 1 à la même vitesse. Cette disposition est tout-à-fait intéressante pour le traitement de torréfaction de produits dont la granulométrie des particules s'étend sur un large spectre. Il est ainsi aisé de maîtriser les paramètres de fonctionnement de l'installation pour obtenir le traitement désiré.

La figure 2 est un mode particulier d'un dispositif pour mettre en oeuvre le procédé de torréfaction de l'invention. On remarque que la sole est ici en forme de tube hélicoïdal 9 supporté par une table vibrante 3 au moyen de montants intérieurs 10, la table vibrante étant elle-même

attelée au groupe vibreur 4. La trémie d'alimentation 6 fournit le produit pulvérulent ou divisé à la base de l'hélice 9 tandis que celui-ci est recueilli au sommet par un tube 11 d'évacuation. Dans ce mode particulier de réalisation, l'apport de chaleur et l'élévation de température du tube 9 sont assurés par effet joule au moyen d'une source d'électricité 12 connectée en deux points du tube qui est lui-même en matière résistante électriquement.

Il est tout-à-fait possible d'agir sur l'apport d'énergie en faisant varier la longueur qui sépare les bagues de connexion 13 et 14 du tube 9 à la source d'énergie 12. On se sert du tube comme d'un réostat. On peut bien entendu prévoir des sorties intermédiaires de produit qui dériveraient ce dernier si le temps de séjour nécessaire est à faire varier. Bien entendu dans ce mode de réalisation les montants 10 ainsi que la table 3 seront en matériau isolant. Enfin on aura prévu de raccorder la trémie 6 qui est fixe et le tube 11 qui également est fixe au tube 9 vibrant, au moyen d'éléments souples amortisseurs de vibrations.

A la réalisation de la figure 3, on retrouve certains des éléments déjà décrits avec les mêmes références. Le tube en spires hélicoïdales, est ici enfermé dans une enceinte 15 dans laquelle, au moyen des embouts 16, 17 de raccordement, on peut faire circuler un médium caloporteur. Si les deux parois 18 et 19 concentriques de l'enceinte sont espacées du tube 9, la circulation du fluide caloporteur s'effectuera de manière anarchique dans cette enceinte chicanée par le tube 9. Si en revanche ces deux parois 18 et 19 sont tangentes intérieurement et extérieurement à chaque spire, et si le long des lignes de tangence ces parois sont solidaires des parois du tube, le circuit du fluide caloporteur sera le long d'un trajet hélicoïdal entre les spires du tube 9. Cette circulation pourra être à co ou à contre-courant de la circulation du produit 7. L'enceinte peut comporter un calorifugage extérieur 20.

On notera que l'intérêt d'utiliser une sole en forme de tube plutôt qu'en forme d'auge ouverte réside dans le fait que les gaz de torréfaction sont collectés par ce tube pour être évacués aisément.

REVENDICATIONS

1. Procédé de torréfaction en continu d'un produit (7) agro-alimentaire à l'état de solide divisé en particules  
5 à large spectre granulométrique, caractérisé en ce qu'il consiste à introduire progressivement le produit à la base d'une sole (1) chaude allongée et montante dont la section transversale intérieure est curviligne concave et à animer  
10 cette sole d'une vibration ayant une composante horizontale et une composante verticale, la longueur de la sole, sa température, la fréquence et l'amplitude des vibrations étant déterminés par la température à laquelle le produit doit être porté et le temps souhaité du traitement.

2. Dispositif de pasteurisation ou stérilisation  
15 pour mettre en oeuvre le procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la sole (1) est formée par un élément tubulaire (9) hélicoïdal solidaire d'une table vibrante (3), entraînée en vibrations selon des mouvements de translation et de rotation orthogonaux.

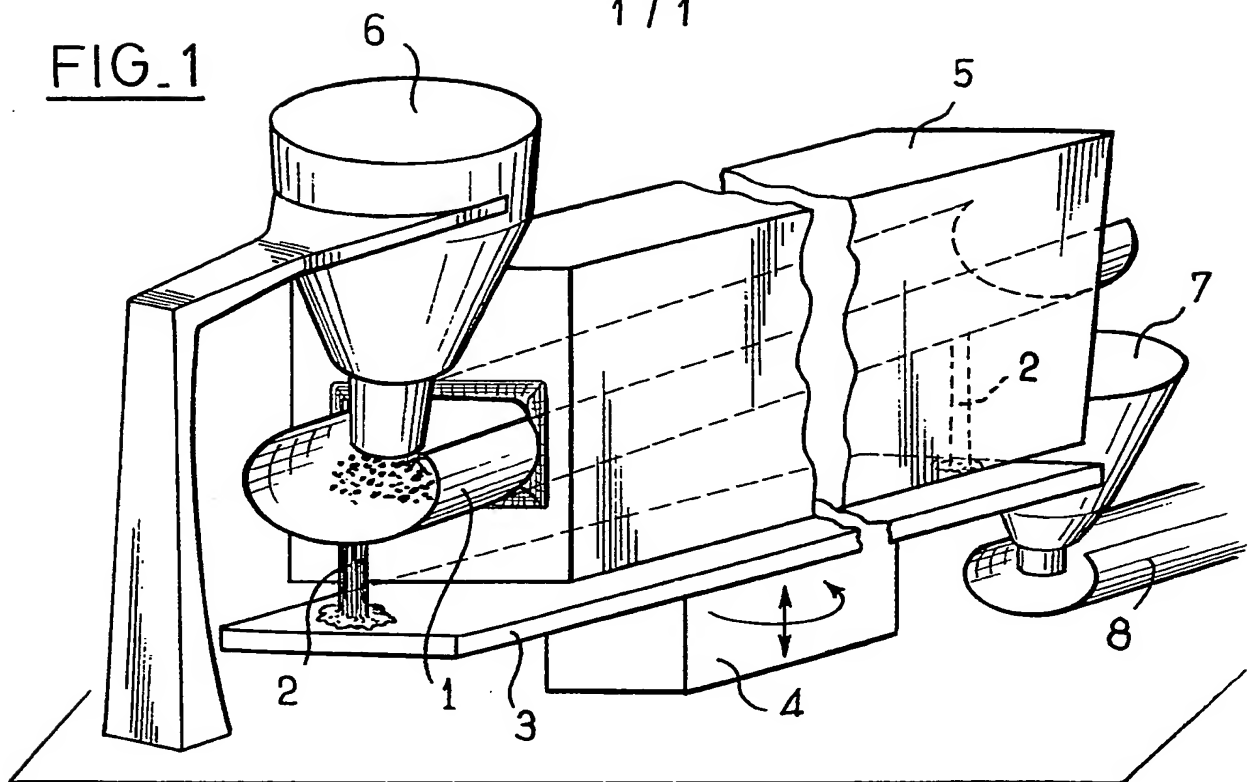
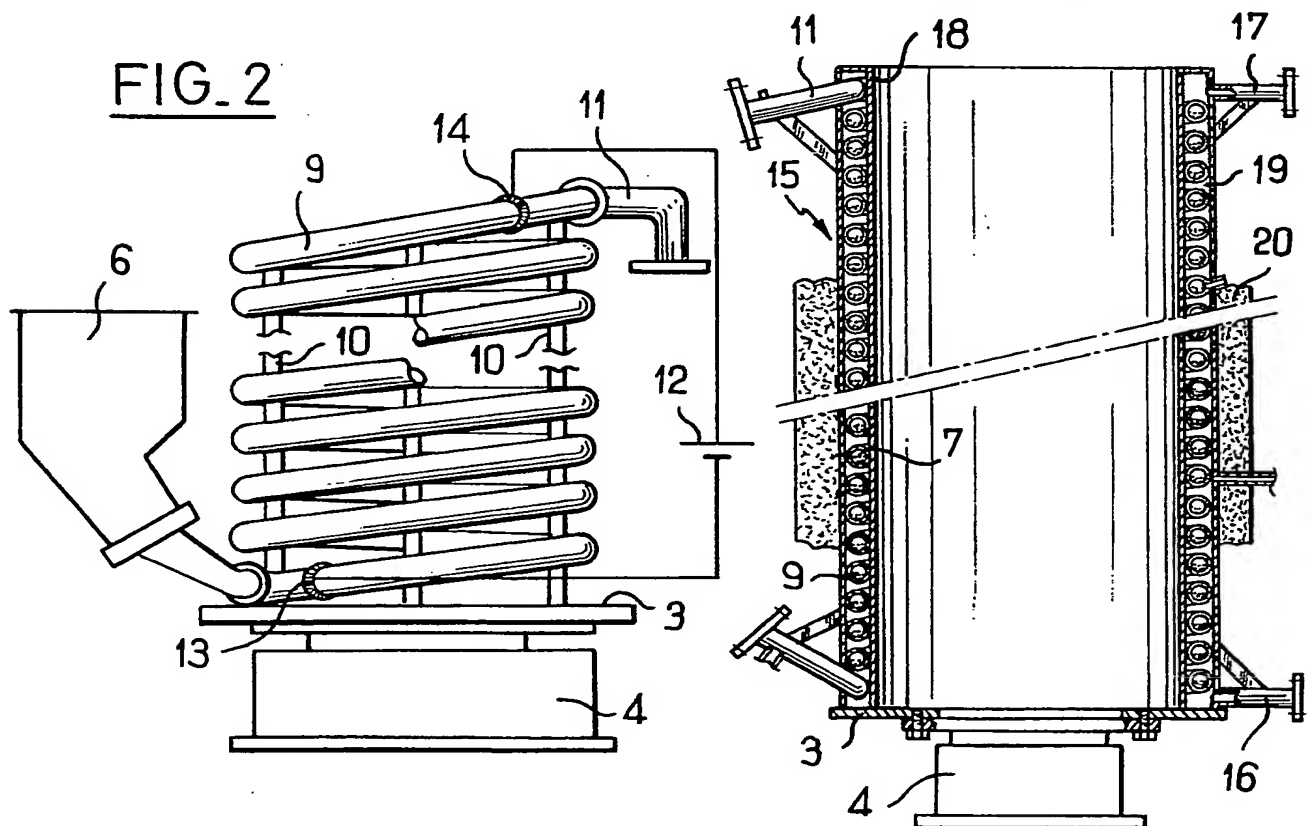
20 3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'élément tubulaire (9) est en un matériau électriquement résistant chauffé par effet joule (12, 13, 14).

4. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'élément tubulaire (9) est disposé dans une  
25 enceinte (15) d'échange de chaleur.

5. Dispositif selon la revendication 3 caractérisé en ce que l'hélice formée par l'élément tubulaire (9) est à spires non jointives, l'enceinte (15) d'échange de chaleur étant formée par l'espace hélicoïdal entre les spires formées  
30 par deux parois latérales (18, 19).

FIG. 1

1 / 1

FIG. 3FIG. 2

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9110935  
FA 463607

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-A-3 504 950 (OFFICINE VITTORIA) * page 10, alinéa 6 - page 17, alinéa 2; figures 1,2 *	1,2,4,5
A	US-A-2 972 197 (MICKUS R.R.) * le document en entier *	1,2
A	US-A-3 703 861 (SLACK V.H.) * colonne 2, ligne 52 - colonne 4, ligne 65; figures 1-4 *	1
A	US-A-1 563 757 (LIEBERHERR J.) * le document en entier *	3
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
		A23N
Date d'achèvement de la recherche 18 MAI 1992		Examinateur ELSWORTH D.
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P0412)

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**